Erschienen in: Hoffmann, Ludger (Hrsg.): Sprachwissenschaft. Ein Reader. -
Berlin [u.a.]: de Gruyter, 1996. S. 696-708. (de Gruyter Studienbuch)

H. Frosch

Montague- und Kategorialgrammatik [1]

Unter dem Stichwort *Montague-Grammatik* (im folgenden ‚MG') kann ein ganzer Zweig der logisch und mathematisch orientierten Linguistik zusammengefaßt werden, der mit den Arbeiten des Logikers Richard Montague zur Analyse der natürlichen Sprache zu Beginn der 70er Jahre begründet wurde. MG knüpft dabei einmal an die Tradition der von Chomsky und anderen etablierten mathematischen Linguistik an, indem sie natürliche und künstliche Sprachen einheitlich als mit mathematischen Methoden beschreibbare Objekte ansieht. Andererseits steht sie in der Tradition der analytischen Philosophie, indem sie die Bedeutung natürlichsprachlicher Ausdrücke und damit logische und ontologische Fragen ins Zentrum des Interesses rückt. MG geht jedoch über diese früheren Ansätze hinaus, indem sie ein Verfahren anstrebt, mit dem die Semantik und Pragmatik dieser Sprachen ebenso rigoros formalisiert werden können, wie dies vorher nur für die Syntax (sowie Morphologie und Phonologie) durchgeführt wurde, und mit dem diese Bereiche aufeinander bezogen werden können.

Das Problem der Formalisierung

Der Begriff *formalisieren* steht oben für zwei im Grunde unterschiedliche Aspekte der Sprachanalyse. Einmal kann man darunter verstehen, daß eine natürliche Sprache als ein formales System, z. B. eine formale Grammatik, rekonstruiert wird. Andererseits bezeichnet man damit das in der Logik schon immer verwendete Verfahren, natürlichsprachliche Sätze in annähernd bedeutungsgleiche Sätze einer formalen Logiksprache zu übersetzen. Der Zweck dabei ist vor allem, intuitiv gültige Schlüsse in eine Form zu bringen, die es erlaubt, solche Schlüsse auch formal zu beweisen.

Die übliche Formalisierung (in letzterem Sinn) eines einfachen Satzes, wie

(1) Maunz miaut.

---

1 Ich danke Ludger Hoffmann für zahlreiche Anregungen, die zur Verdeutlichung der hier entwickelten Gedanken beigetragen haben.

in prädikatenlogischer Sprache wäre etwa die folgende Formel:

(1') **miaut(Maunz)**

Dabei erscheint der Eigenname ‚Maunz' als die Individuenkonstante **Maunz** und das Verb ‚miaut' als die einstellige Prädikatskonstante **miaut**; der syntaktischen Gliederung des deutschen Satzes in Nominalphrase und Verbalphrase entspricht in (1'), daß **Maunz** Argument von **miaut** wird. (1') erlaubt dann die prädikatenlogisch gültigen Schlüsse auf die Formeln

$\exists x[\mathbf{miaut}(x)]$ und $\exists x[x = \mathbf{Maunz}]$,

die ihrerseits Formalisierungen von ‚Etwas miaut' und ‚Maunz existiert' darstellen. Beide Schlüsse sind auch intuitiv gültig, denn jeder kompetente Sprecher des Deutschen weiß, daß Maunz existieren muß und daß etwas miauen muß, falls der Satz ‚Maunz miaut' stimmt.

Andererseits ist die Formalisierung des im Deutschen kaum komplizierteren Satzes

(2) Eine Katze miaut.

mithilfe der prädikatenlogischen Formel

(2') $\exists x[\mathbf{Katze}(x) \wedge \mathbf{miaut}(x)]$

schon alles andere als trivial, denn der offensichtlichen Gliederung des Satzes in ‚Eine Katze' und ‚miaut' sowie von ‚Eine Katze' in ‚Eine' und ‚Katze' entspricht nichts in der Formel. Insbesondere der Artikel ‚Eine' erscheint als Existenzquantor, der sich auf die ganze folgende Teilformel bezieht, so daß es in (2') keinen Teil gibt, der insgesamt der Nominalphrase ‚Eine Katze' entspricht.

Was ist durch eine solche Formalisierung erreicht? Die Intuition des kompetenten Sprechers über Folgerungen, die sich aus den deutschen Sätzen ergeben, und damit über einen Teilaspekt der Bedeutung dieser Sätze, ist partiell expliziert. Aber eben nur partiell, denn Formalisierungen dieser Art bleiben ihrerseits der Intuition des Logikers bzw. einem tradierten Wissen überlassen, das etwa darin besteht, daß Sätze der Form (2) mithilfe des Existenzquantors und der Konjunktion zu formalisieren seien. Damit ist das Problem sozusagen nur um einen Schritt verschoben: Die fehlende Explikation der Bedeutung natürlichsprachlicher Ausdrücke wird durch die fehlende Explikation ihrer Formalisierung abgelöst. Hier setzt nun Montague an, indem er den Formalisierungsschritt – wir nennen ihn im Anschluß am Montagues Terminologie jetzt *Übersetzung* – ebenfalls explizit macht und so zu einer vollständigen formalen Explikation des intuitiven Folgerns kommt.

Die Voraussetzung dafür ist aber, daß die zu übersetzenden natürlichsprachlichen Ausdrücke in analysierter Form vorliegen, d.h. man benötigt eine formale Syntax der zu analysierenden Sprache. An diesem Punkt treffen sich also die Anliegen des linguistischen Syntaktikers und des Logikers bzw. Philosophen, wobei ein charakteristischer Unterschied bestehen bleibt: Unter den verschiedenen möglichen syntaktischen Analysen eines Satzes müssen nicht alle geeignet sein, um als Grundlage für eine Übersetzung – oder allgemeiner für eine semantische Analyse – dienen zu können.

Montagues Anspruch an eine Sprachanalyse ist tatsächlich noch allgemeiner als oben skizziert. Er formuliert eine allgemeine Theorie der Syntax, Semantik und Pragmatik beliebiger Sprachen, wodurch es möglich wird, das Formalisierungsproblem noch auf eine ganz andere Weise zu lösen: Die Ausdrücke der natürlichen Sprache selbst können mit denselben semantischen Methoden interpretiert werden, die ursprünglich für formale Logiksprachen entwickelt wurden.

Die Syntax der MG

Wir betrachten ein sehr einfaches Fragment der englischen Sprache, EF, das Sätze wie (1) beinhalte:

(1) necessarily John talks

Dieser Satz kann nach strukturalistischen Methoden syntaktisch in Konstituenten zerlegt werden, wobei hier die Klammerung die jeweiligen Konstituenten anzeigt:

(2) [necessarily [John talks]]

Die Neuerung der generativen Grammatik Chomskys bestand darin, solche Strukturen nicht nur zu beschreiben, sondern eine – im technischen Sinn des Wortes – generative Grammatik anzugeben, die diese erzeugt. MG verwendet hier ein etwas anderes Verfahren, sie rekonstruiert die Syntax einer Sprache algebraisch, d.h. daß an die Stelle von Phrasenstrukturregeln (oder Transformationsregeln) algebraische Operationen treten.

Sei nun L eine Sprache im Sinn von MG, dann heißen die zu L gehörigen Strukturen *eigentliche Ausdrücke von L.* Diese sind entweder *Grundausdrücke* (im Fall von EF sind das bestimmte Wörter des Englischen) oder zusammengesetzte Ausdrücke, die durch sogenannte *Strukturoperationen* aus anderen eigentlichen Ausdrücken aufgebaut werden, wobei diese Grundausdrücke sind oder selbst schon zusammengesetzte Ausdrücke. Für das Englischfragment EF verwenden wir die Strukturoperationen F_1–F_3, die folgendermaßen definiert sind:

(OP 1) $F_1(\alpha, \beta) = [\beta\ \alpha^*]_1$, wobei α^* aus α gemäß (i) oder (ii) entsteht:
(i) wenn β ein Term (d.h. ein Eigenname oder ein Pronomen) ist, dann wird das erste Verb in α durch diejenige Form des Verbs ersetzt, die mit β kongruiert;
(ii) sonst ist $\alpha^* = \alpha$.

(OP 2) $F_2(\alpha, \beta) = [\alpha\ \beta]_2$

(OP 3) $F_3(\alpha, \beta) = [\beta\ \alpha^*]_3$, wobei α^* aus α gemäß (i) oder (ii) entsteht:
(i) wenn β ein Eigenname ist, dann ist α^* = **does not** α;
(ii) sonst ist α^* = **do not** α.

Mithilfe der Operationen F_1 und F_2 kann nun z.B. der dem Satz (1) entsprechende eigentliche Ausdruck von EF gebildet werden:

(3) F_1(**talk; John**) = [**John talks**]$_1$
F_2(**necessarily**, [**John talks**]$_1$) = [**necessarily** [**John** talks]$_1$]$_2$

Man sieht, daß die Operation F_2 einfach ihre Argumente verkettet und indizierte Klammern um das Verkettungsresultat setzt. Sie entspricht damit ziemlich genau einer Phrasenstrukturregel der generativen Grammatik. Die Operation F_1 verkettet ihre Argumente dagegen in umgekehrter Reihenfolge, setzt ebenfalls indizierte Klammern um das Resultat und stellt darüber hinaus Kongruenz zwischen Subjekt und Verb her. Diese Operation entspricht nicht einer einfachen Phrasenstrukturregel, sondern eher einer Kombination aus einer solchen und Transformationsregeln.

Eine Besonderheit von F_3 – in MG durchaus zulässig – ist, daß diese Operation lexikalisches Material (Hilfsverb und Negationspartikel) einführt, das nicht als Grundausdruck von EF vorliegt:

(4) F_3(**talk, you**) = [**you do not talk**]$_3$

Damit wird hier – in Kombination mit den unten besprochenen „kategorialen" Syntaxregeln – verhindert, daß mehrfach negierte Sätze erzeugt werden. Dagegen können Satzadverbiale, wie hier **necessarily**, beliebig oft mithilfe von F_2 eingeführt werden.

In den EF-Ausdrücken sind die Klammern jeweils mit dem Index der Strukturoperation versehen, die zu dem jeweiligen Teilausdruck geführt hat. Dies geschieht, um EF zu einer *disambiguierten Sprache* im Sinn von MG zu machen. Das heißt, daß jeder eigentliche Ausdruck nur auf eine einzige Weise mithilfe der Grundausdrücke und Strukturoperationen bildbar sein darf. Damit ist garantiert, daß aus jedem eigentlichen Ausdruck selbst ersichtlich ist, wie er entstanden ist. Beispielsweise unterscheiden sich F_1(**talk, you**) = [**you talk**]$_1$ und F_2(**you, talk**) = [**you talk**]$_2$ nur in ihren Indices; würden diese fehlen, wäre nicht mehr klar, durch welche Operation der Ausdruck erzeugt worden ist. Entsprechend könnte nicht mehr *allein aufgrund der Form* des Ausdrucks entschieden werden, welche semantische Interpretation bzw. welche Übersetzung in eine Logiksprache er erhalten soll.

Neben den Strukturoperationen gehören zwei weitere Komponenten zur Syntax einer MG: erstens eine Relation R, die den eigentlichen Ausdrücken einer disambiguierten Sprache L ihre syntaktisch ambigen „Oberflächenformen“ zuordnet. Die Relation R tilgt im vorliegenden Fall einfach die Klammern, so daß z. B. gilt:

(5) **[necessarily[John talks]$_1$]$_2$** R **necessarily John talks**

Zweitens müssen die eigentlichen Ausdrücke von L kategorial bestimmt sein: Ausdrücke, die syntaktisch und semantisch dieselbe „Rolle“ spielen, werden jeweils zu einer Menge P_δ zusammengefaßt, die eine *syntaktische Kategorie* bildet und mit einem entsprechenden Kategorienindex δ indiziert ist. Zunächst ist in jeder Kategorie P_δ die Menge B_δ der *Grundausdrücke (basic expressions)* dieser Kategorie als Teilmenge enthalten; die Beispielsprache EF habe dabei die folgenden Mengen von Grundausdrücken:

B_T = {**John, Mary, I, you**}
B_{IV} = {**talk**}
B_{TV} = {**see, love**}
B_{AS} = {**necessarily**}
$B_t = \varnothing$

Die Kategorienindices sind hier ‚T‘ für ‚Term‘ (traditionell ‚NP‘), ‚IV‘ für ‚intransitive Verbphrase‘, ‚TV‘ für ‚transitive Verbphrase‘, ‚AS‘ für Adsententialphrase’ (traditionell ‚Satzadverbial‘) und ‚t‘ für ‚truth value expression‘, d. h. Deklarativsätze. Da EF keine Deklarativsätze als Grundausdrücke enthält, ist B_t die leere Menge $\varnothing$.

Neben den Grundausdrücken enthält jede Kategorie P_δ alle durch Strukturoperationen gebildeten Ausdrücke, die P_δ durch eine *Syntaxregel* genannte Vorschrift zugeordnet werden. Jede Syntaxregel ist eine Folge, bestehend aus einer Strukturoperation, den Kategorienindices der Argumente dieser Operation und einem Kategorienindex, der angibt, zu welcher Kategorie der Wert dieser Operation gehört. Für EF sind das die folgenden:

$\langle F_1, IV, T, t\rangle$
$\langle F_2, AS, t, t\rangle$
$\langle F_2, TV, T, IV\rangle$
$\langle F_3, IV, T, t\rangle$

Die erste dieser Syntaxregeln besagt, daß ein mit F_1 gebildeter eigentlicher Ausdruck immer dann ein Element von P_1 (ein Deklarativsatz) ist, wenn das erste Argument von F_1 ein Element von P_{IV} (eine intransitive Verbphrase) und das zweite Argument ein Element von P_T (ein Term) ist, z. B.:

(6) F_1(**talk, John**) = [**John talks**]$_1$
talk $\in B_{IV}$ (d.h. ein Element aus B_{IV}), daher auch: **talk** $\in P_{IV}$
John $\in B_T$, daher auch: **John** $\in P_T$
also: [**John talks**]$_1$ $\in P_t$

Die zweite und die dritte Syntaxregel beziehen sich beide auf die Strukturoperation F_2, da diese Ausdrücke unterschiedlicher Kategorien bilden kann: Einmal verbindet sie Satzadverbiale mit Deklarativsätzen zu Deklarativsätzen, zum anderen transitive Verbphrasen mit Termen zu intransitiven Verbphrasen. Die vierte Syntaxregel schließlich besagt ebenso wie F_1, daß F_3 intransitive Verbphrasen mit Termen zu Deklarativsätzen verbindet, wobei im Unterschied zu F_1 diese Deklarativsätze negiert sind.

Eigentliche Ausdrücke von EF sind in der Terminologie der MG nur dann *bedeutungsvoll*, wenn sie entweder Grundausdrücke sind oder gemäß einer der Syntaxregeln einer Kategorie P_δ zugeordnet sind. Die Syntaxregeln wirken damit sozusagen als Filter auf der Menge der eigentlichen Ausdrücke von EF, der die nicht bedeutungsvollen Ausdrücke aussondert. Das Zusammenspiel von Strukturoperationen und Syntaxregeln sei an Beispiel (4) erläutert, das hier noch einmal wiederholt wird:

(4) F_3(**talk, you**) = [**you do not talk**]$_3$

Da **talk** $\in P_{IV}$ und **you** $\in P_T$, ist [**you do not talk**]$_3$ $\in P_t$, also ein bedeutungsvoller Ausdruck von EF. Nun kann zwar [**you do not talk**]$_3$ wieder als Argument irgendeiner der Strukturoperationen verwendet werden, z. B.

(7) F_2(**love,** [**you do not talk**]$_3$) = [**love** [**you do not talk**]$_3$]$_2$

aber dieser eigentliche Ausdruck von EF ist kein bedeutungsvoller Ausdruck von EF (auch wenn er gesprochen vielleicht gutes *Englisch* ist), da es keine „passende" Syntaxregel gibt, die ihn einer Kategorie zuordnet. In der Tat ist $\langle F_2$, AS, t, t$\rangle$ die einzige Syntaxregel, die auf Deklarativsätze als Argument einer Operation bezug nimmt (als zweites Argument von F_2, das erste Argument muß dabei ein Satzadverbial sein), daher kann es keinen *bedeutungsvollen* Ausdruck von EF geben, der doppelte Negation enthält. Dagegen können Satzadverbiale beliebig oft am Beginn von Deklarativsätzen vorkommen. (Es ist zu betonen, daß dieses Beispiel nur zu illustrativen Zwecken so konstruiert wurde. Es wird damit nicht der Anspruch erhoben, eine in jeder Hinsicht realistische Analyse der englischen Negation bzw. Satzadverbiale zu liefern.)

Die Semantik der MG

Die semantische Interpretation einer Sprache L geschieht in MG entweder *direkt*, indem den bedeutungsvollen Ausdrücken von L auf systematische Weise Denotate zugewiesen werden, oder *indirekt*, indem L zunächst in eine zweite Sprache L' übersetzt wird, wobei zunächst nur die bedeutungsvollen Audrücke von L' Denotate erhalten. Man kann dann definitorisch festlegen: Ein bedeutungsvoller Ausdruck α von L hat indirekt das Denotat ***d*** g.d.w. (genau dann, wenn) α in α' übersetzt wird und α' das Denotat ***d*** hat. Im folgenden wird eine direkte Interpretation der Sprache EF angegeben.

Hierfür ist ein *Modell* **M** für die Sprache EF zu definieren, das festlegt, welche Denotate den bedeutungsvollen Ausdrücken von EF zugeordnet werden, insbesondere legt **M** fest, ob ein Deklarativsatz wahr bezüglich **M** ist: **M** repräsentiert sozusagen die außersprachliche Welt, über die mit der Sprache EF geredet wird. Nun ist EF zwar syntaktisch ziemlich einfach, enthält aber den Modalausdruck **necessarily** und die deiktischen Ausdrücke **I** und **you**, die ein nichttriviales Modell für EF erzwingen. Um festzustellen, ob der Deklarativsatz [**John talks**]$_1$ wahr ist, muß man nachprüfen, ob das **John** genannte Individuum eines der Individuen ist, die tatsächlich sprechen. Anders gesagt, es genügt ein Modell, in dem angegeben ist, ob John Element der Menge der Sprechenden ist. Wenn man dagegen feststellen will, ob [**necessarily** [**John talks**]$_1$]$_2$ wahr ist, reicht es nicht aus, nachzusehen, ob John spricht. Selbst wenn John tatsächlich spricht, kann der Satz falsch sein, denn er besagt, daß John mit Notwendigkeit spricht. Das heißt aber, *daß es gar nicht anders sein kann*, als daß John spricht. Es ist in diesem Fall also nachzuprüfen, ob es „Umstände" geben kann, in denen John nicht spricht; nur wenn dies nicht der Fall ist, ist dieser Satz wahr. Wenn wir die Umstände mit dem Terminus *mögliche Welten* bezeichnen, wie dies heute üblich ist, muß ein Modell, das angibt, ob der Satz wahr ist, für jede Welt angeben, ob John in dieser Welt spricht oder nicht. Etwas formaler: Das Modell muß eine Menge von möglichen Welten enthalten und zu jeder möglichen Welt die Menge der Individuen, die darin sprechen.

Um andererseits festzustellen, ob [**you talk**]$_1$ wahr ist, muß eine ganz andere Strategie gewählt werden. Zunächst ist **you** kein Eigenname wie **John**, der (idealiter) fest mit einem Individuum verbunden ist, sondern das mit **you** angesprochene Individuum wechselt von Kontext zu Kontext, z.B. kann jemand zuerst zu Person A sagen: ‚You talk' und danach zu Person B: ‚You do not talk', ohne daß dies widersprüchlich wäre, ganz im Unterschied zu ‚John talks' und ‚John does not talk'. Daraus ergibt sich, daß [**you talk**]$_1$ nicht relativ zu möglichen Welten, sondern relativ zu möglichen Kontexten in ein und derselben Welt zu interpretieren ist. Mehr noch: Nicht der Satz als solcher ist in einem Kontext wahr oder falsch, sondern die Äußerung des Satzes, sonst müßte er in der oben geschilderten Situation sowohl wahr als auch falsch sein.

Nach all dem besteht ein Modell **M** für EF aus den Komponenten A, I, J und $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$. Dabei ist A eine nichtleere Menge, der Individuenbereich des Modells; I ist eine nichtleere Menge von möglichen Welten; J ist eine nichtleere Menge von Gebrauchskontexten. $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ ist für jeden Referenzpunkt $\langle i,j\rangle$ (das ist ein geordnetes Paar, bestehend aus einer Welt i und einem Kontext j) eine sogenannte *Interpretationsfunktion*, die jedem bedeutungsvollen Ausdruck von EF ein Denotat zuordnet.

Für die Grundausdrücke von EF (mit Ausnahme von **necessarily**) ist $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ folgendermaßen definiert:

(IN 1) Wenn $\alpha \in B_T$, dann gilt:
(i) Wenn α = **John** oder α = **Mary**, dann ist $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha) \in A$, und für alle $i' \in I$ und $j' \in J$ gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i',j'\rangle}(\alpha) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)$;
(ii) $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\mathbf{I})$ ist der Sprecher in j, und $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\mathbf{you})$ ist der Angesprochene in j, wobei für alle $i' \in I$ gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i',j\rangle}(\mathbf{I}) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\mathbf{I})$, und $\mathrm{INT}^{\langle i',j\rangle}(\mathbf{you}) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\mathbf{you})$;

(IN 2) wenn $\alpha \in B_{IV}$, dann ist $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ eine Funktion, die jedem Element von A einen der Wahrheitswerte 0 (‚falsch') oder 1 (‚wahr') zuordnet, wobei für alle $j' \in J$ gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i,j'\rangle}(\alpha) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)$;

(IN 3) wenn $\alpha \in B_{TV}$, dann ist $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ eine Funktion, die jedem Element von A eine Funktion von Elementen von A in Wahrheitswerte zuordnet, wobei für alle $j' \in J$ gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i,j'\rangle}(\alpha) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)$.

Damit werden den Eigennamen unabhängig von Kontexten und möglichen Welten diejenigen Individuen zugeordnet, die im Modell **M** Träger dieser Namen sind, den Personalpronomina werden dagegen je nach Kontext unterschiedliche, aber in allen Welten dieselben Individuen zugeordnet. Namen und Pronomina sind daher im Sinne Kripkes *starre Designatoren (rigid designators)*. Daß dies sinnvoll ist, ergibt sich daraus, daß durch eine Äußerung von [**necessarily** [**you talk**]$_1$]$_2$ zuerst die im Kontext angesprochene Person fixiert wird und dann von *dieser Person* behauptet wird, daß sie notwendigerweise spricht. Intransitive und transitive Verben denotieren grob gesprochen einstellige oder zweistellige Relationen zwischen Individuen, wobei diese Relationen hier äquivalenterweise als entsprechende Funktionen definiert sind. Da diese in Abhängigkeit vom Weltzustand (nicht jedoch vom Kontext) wechseln können, werden den Verben für unterschiedliche Welten unterschiedliche Denotate zugeordnet.

Die zusammengesetzten Ausdrücke von EF erhalten durch $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ folgende Denotate:

(IN 4) Wenn $[\beta\ \alpha^*]_t \in P_t$, dann ist:
$\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}([\beta\ \alpha^*]_1) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)(\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\beta))$;

(IN 5) wenn $[\alpha\ \beta]_2 \in P_{IV}$, dann ist:
$\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}([\alpha\ \beta]_2) = \mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)(\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\beta))$;

(IN 6) wenn [**necessarily** $\beta]_2 \in P_t$, dann ist:
$\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**necessarily** $\beta]_2) = 1$ g. d. w. für alle i' $\in$ I gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i',j\rangle}(\beta) = 1$;

(IN 7) wenn $[\beta\ \alpha^*]_3 \in P_t$, dann ist:
$\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}([\beta\ \alpha^*]_3) = 1$ g. d. w. $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha)\ (\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\beta)) = 0$;

(IN 8) Die *Äußerung eines Deklarativsatzes α an dem Referenzpunkt ⟨i,j⟩ ist wahr* (bezüglich **M**) g. d. w. $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}(\alpha) = 1$.
Ein Deklarativsatz α ist wahr in der Welt i (bezüglich **M**) g. d. w. für alle Kontexte j' $\in$ J gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i,j'\rangle}(\alpha) = 1$.

Damit ist die Semantik von EF *kompositional*, d. h. nach dem sogenannten *Frege-Prinzip der Semantik* angelegt; denn die Interpretation eines komplexen Ausdrucks ist in Abhängigkeit von den Interpretationen der darin vorkommenden Teilausdrücke und seinem syntaktischen Aufbau abgeleitet. Daher wird in den Interpretationsregeln (IN 4)–(IN 7) auf die Form des zu interpretierenden Ausdrucks Bezug genommen, wobei jeweils sichergestellt sein muß, daß dieser Ausdruck bedeutungsvoll, also Element einer syntaktischen Kategorie ist. Speziell folgt aus der kompositionalen Anlage der Semantik von EF, daß sich die kontextabhängige Interpretation eines Pronomens und die starre Interpretation von Eigennamen und Pronomina in die Interpretation eines Deklarativsatzes „vererbt", in dem solche Ausdrücke vorkommen.

(IN 8) zeigt, daß es möglich ist, auch formal zwischen der Wahrheit einer Äußerung eines Satzes und der Wahrheit eines Satzes tout court zu unterscheiden, wenn man den Äußerungskontext, also ansatzweise pragmatische Gesichtspunkte, in die Semantik miteinbezieht. Dies sei an einem Beispiel erläutert:

Nach (IN 8) ist *eine Äußerung von* [**Mary** [**loves you**]$_2$]$_1$ an dem Referenzpunkt ⟨i,j⟩ (bezüglich **M**) wahr g. d. w. $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**Mary** [**loves you**]$_2$]$_1$) = 1.
Nach (IN 4) gilt: $\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**Mary** [**loves you**]$_2$]$_1$) = 1 g. d. w.
$\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ ([**love you**]$_2$)($\mathrm{INT}^{\langle i,j\rangle}$ (**Mary**)) = 1.

Nach (IN 5) gilt weiterhin: $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**love you**]$_2$) = $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$ (**love**) ($\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$ (**you**)). Da nach (IN 3) $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$(**love**) eine Funktion ist, die *kontextunabhängig* Individuen in Funktionen von Individuen in Wahrheitswerte abbildet, und nach (IN 1) $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$(**you**) der Angesprochene im Kontext j ist, ist *für jeden Kontext j* $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**love you**]$_2$) diejenige Funktion, die den Wert 1 für jedes Individuum liefert, das den Angesprochenen im Kontext j liebt.

Nun gilt nach (IN 1) in allen Kontexten: $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$(**Mary**) = Mary, weshalb $\text{INT}^{\langle i,j\rangle}$([**Mary** [**loves you**]$_2$]$_1$) = 1 g. d. w. Mary den in j Angesprochenen (in der Welt i) liebt.

Dagegen ist nach (IN 8) *der Satz* [**Mary** [**loves you**]$_2$]$_1$ in der Welt i genau dann wahr, wenn Mary den in jedem Kontext Angesprochenen liebt.

Ein Satz wie [**Mary** [**loves John**]$_2$]$_1$ ist (in der Welt i) ebenfalls genau dann wahr, wenn er in jedem Kontext wahr ist. Da er aber keine deiktischen Ausdrücke enthält, ist das gleichbedeutend mit: er ist in der Welt i wahr (oder falsch), unabhängig davon, in welchem Kontext er geäußert wird; er ist in i sogar wahr (oder falsch), wenn er nie geäußert wird. Diese auf den ersten Blick vielleicht unplausibel erscheinende Konsequenz aus der Definition (IN 8) ist jedoch leicht zu rechtfertigen: Selbst wenn der Satz ‚Jeder Wolpertinger frißt Montague-Grammatiken' nie geäußert worden wäre, wäre er – vermutlich – in unserer Welt falsch.

Kategorialgrammatik

Unter dem Terminus *Kategorialgrammatik* (‚KG') wird eine ganze Reihe miteinander verwandter Formalismen zur Beschreibung natürlicher Sprachen zusammengefaßt, die teilweise schon in den 30er Jahren von dem polnischen Logiker Ajdukiewicz und anderen entwickelt wurden. Im Unterschied zu MG und der generativen Grammatik war die Idee dabei zunächst nicht, einen Formalismus zur Erzeugung von Sätzen zu entwickeln, sondern einen, der prüfen kann, ob eine beliebige Wortfolge ein Satz ist oder nicht. Inzwischen werden Kategorialgrammatiken aber ebenso zur Satzerzeugung eingesetzt wie andere Grammatiktypen.

Ein Anlaß, die KG zu entwickeln, war wohl die Beobachtung, daß bestimmte Ausdrücke einer Sprache nur mit bestimmten anderen kombinierbar sind. Das kann so interpretiert werden, daß in natürlichen Sprachen Funktor-Argument-Strukturen existieren, ähnlich wie in Logiksprachen Satzfunktoren und Prädikate Argumente zu sich nehmen. In Satz

(1) necessarily John talks

kann **necessarily** als Funktor betrachtet werden, der als Argument den **Satz John talks** nimmt, **talks** seinerseits ist ein Funktor mit dem Eigennamen **John** als Argument. Ausdrücke, die auf diese Weise dieselbe Rolle spielen, können zu sogenannten *Kategorien* zusammengefaßt werden. Hier sind dies (Deklarativ-)Sätze, Namen und intransitive Verbphrasen.

Eine KG entsteht, wenn die Kategorien mit Symbolen bezeichnet werden, aus deren Form schon hervorgeht, welche Rolle ein Ausdruck einer bestimmten Kategorie spielt. Ausschließlich als Argumente kommen Namen und Sätze vor, sie heißen *Grundkategorien*. Für Grundkategorien verwendet man einfache Kategoriensymbole, z. B. ‚N' für Namen und ‚S' für Sätze. Kategorien von Ausdrücken, die als Funktoren vorkommen können, heißen *abgeleitete Kategorien*. Kategoriensymbole für abgeleitete Kategorien sind zusammengesetzt, z. B. ‚S/N' für intransitive Verbphrasen. Entsprechend erhalten Satzadverbiale das Symbol ‚S/S', weil sie zusammen mit einem Satz als Argument wieder einen Satz ergeben. Der entscheidende Punkt ist dabei, daß das Symbol schon ausdrückt, daß eine intransitive Verbphrase einen Namen (oder allgemeiner: eine Nominalphrase) als Argument nimmt und daß der daraus resultierende Ausdruck ein Satz ist. Wenn in Analogie zur Arithmetik S/N und S/S als Bruch aufgefaßt werden und das Funktor-Argument-Verhältnis als Multiplikation, ergibt sich: S/N · N = S und S/S · S = S (*kategorialgrammatisches Kürzungsprinzip*).

Aufbauend auf den Grundkategorien können beliebige abgeleitete Kategorien durch folgende rekursive Definition gebildet werden:

(K) S und N sind Kategorien.
Wenn σ und τ beliebige Kategorien sind, dann ist auch (σ/τ) eine Kategorie.
Sonst gibt es keine Kategorien.

Da nach (K) S und N Kategorien sind, sind nach (K) auch (S/N), (S/S), ((S/N)/N), ((S/S)/((S/N)/N)) usw. Kategorien. Wegen der besseren Lesbarkeit werden dabei gewöhnlich die äußeren Klammern der Kategoriensymbole weggelassen, man schreibt also z. B. ‚S/N' anstelle von ‚(S/N)'.

Eine Kategorie, wie (S/N)/N, ist nun dadurch charakterisiert, daß ein Ausdruck (Element, wenn wir Kategorien als Mengen von Ausdrücken auffassen) dieser Kategorie (**loves**) zusammen mit einem Ausdruck der Kategorie N (**John**) einen Ausdruck der Kategorie S/N (**loves John**) ergibt. Ein Ausdruck der Kategorie S/N (**loves John**) ergibt mit einem weiteren Namen (**Mary**) einen Ausdruck der Kategorie S (**Mary loves John**). Da die Anbindungsreihenfolge in beiden Fällen verschieden ist, muß diese explizit geregelt werden. Die übliche Methode ist, ein *zweiseitiges Kategoriensystem* einzuführen, bei dem sich aus der Form des Kategoriensymbols zusätzlich ergibt, ob das jeweilige Argument rechts oder links angebunden wird. Man hat dann die Symbole ‚(σ/τ)' für Kategorien, deren Ausdrücke ihr Argument rechts anbinden und ‚$(\tau\backslash\sigma)$' für solche, die es links anbinden. Der SVO-Wortstellung des Englischen entsprechend gehören transitive Verbphrasen dieser Sprache zur Kategorie (N\S)/N, d.h. das direkte Objekt wird zunächst an die transitive Verbphrase rechts angebunden und das Subjekt an die resultierende intransitive Verbphrase links. Dies kann folgendermaßen durch einen *Analysebaum* veranschaulicht werden, dessen Knoten durch die jeweiligen Ausdrücke etikettiert sind (ihre Kategorien sind in eckigen Klammern zugefügt):

(2) **Mary loves John** [S]

Mary [N] **loves John** [N\S]

loves [(N\S)/N] **John** [N]

Formal besteht jede KG aus zwei Teilen: erstens den Kategorien und zweitens einem „Mechanismus" als Umkehrung des Kürzungsprinzips, der die Ausdrücke einer Sprache erzeugt. Als solcher wird meist eine kontextfreie Phrasenstrukturgrammatik verwendet, wobei die Kategoriensymbole die nichtterminalen Symbole und die Elemente der Kategorien die terminalen Symbole der Grammatik sind. Da durch jedes Kategoriensymbol der Form (σ/τ) bzw. $(\tau\backslash\sigma)$ die Anbindungsreihenfolge eindeutig festgelegt ist, genügen die beiden Regelschemata

$$\sigma \rightarrow (\sigma/\tau)\ \tau$$
$$\sigma \rightarrow (\tau\ (\tau\backslash\sigma)$$

um alle möglichen Phrasenstrukturregeln der Grammatik zu charakterisieren, die auf ihrer rechten Seite nichtterminale Symbole haben. Für jedes Element α einer Kategorie σ wird darüber hinaus eine Regel der Form

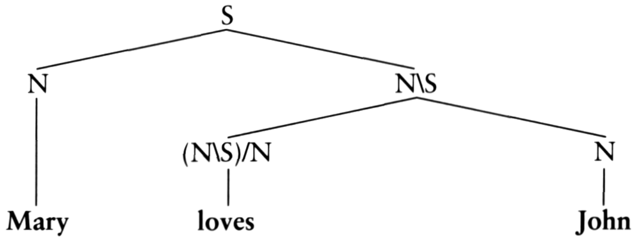
$$\sigma \rightarrow \alpha$$

mit α als terminalem Symbol gebraucht. Der in (2) analysierte Satz kann dann z.B. durch folgende Instanzen dieser Schemata erzeugt werden:

S → N (N\S)
(N\S) → ((N\S)/N) N
N → **John**
N → **Mary**
((N\S)/N) → **loves**

Die Erzeugung des Satzes durch diese Grammatik wird durch den *Strukturbaum* (3) wiedergegeben, dessen Knoten durch (terminale und nichtterminale) Symbole der Phrasenstrukturgrammatik etikettiert sind.

(3)



Jede KG kann aber auch als Spezialfall einer MG angesehen werden. Für die hier skizzierte Kategorialgrammatik des Englischen genügt es, die Kategoriensymbole ‚N‘, ‚N\(S/N)‘, ‚S/N‘, ‚S/S‘ und ‚S‘ anstelle der Kategorienindices ‚T‘, ‚TV‘, ‚IV‘, ‚AS‘ und ‚t‘ von EF zu nehmen. Dann können die Syntaxregeln von EF durch die folgenden einheitlichen Schemata charakterisiert werden, die dem Kürzungsprinzip für Kategorialgrammatiken entsprechen:

$\langle F_\gamma, (\sigma/\tau), \tau, \sigma\rangle$
$\langle F_\gamma, (\tau\backslash\sigma), \tau, \sigma\rangle$

Die sich aus den Schemata $\sigma \rightarrow (\sigma/\tau)\ \tau$ bzw. $\sigma \rightarrow \tau\ (\tau\backslash\sigma)$ ergebenden Phrasenstrukturregeln sind dann ebenfalls durch jeweils entsprechende Strukturoperationen F_γ zu ersetzen.

Umgekehrt kann nicht jede MG als KG aufgefaßt werden: z.B. hat die Strukturoperation F_3, die die Negation einführt, kein kategorialgrammatisches Gegenstück; denn in EF sind ‚does not‘ und ‚do not‘ keine eigentlichen Ausdrücke, und damit erst recht nicht Elemente einer syntaktischen Kategorie. Diese Ausdrücke könnten zwar kategorialgrammatisch als Elemente der Kategorie S/S eingeführt werden, dann wäre die resultierende Sprache aber in einem wesentlichen Punkt anders als EF, denn sie würde mehrfach negierte Sätze enthalten.

Literatur

Ajdukiewicz, K. 1935. Die syntaktische Konnexität. Studia Philosophica, Vol. 1, 1–27. 1935.

Bar-Hillel, Y., C. Gaifman, E. Shamir. 1960. On categorial and phrase-structure grammars. Bulletin of the Research Council of Israel 9F, 1–16. Wieder in: Language and Information, hgg. von Y. Bar-Hillel, 99–115. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1964.

Cresswell, M.J. 1973. Logics and Languages. London: Methuen.

Dowty, D.R., R.E. Wall, S. Peters. 1981. Introduction to Montague Semantics. (Synthese Language Library, 11). Dordrecht: Reidel.

Frosch, H. 1993. Montague-Grammatik. In: Jacobs, von Stechow, Sternefeld, Vennemann (1993, 413–429).

Gazdar, G., E. Klein, G.K. Pullum, I. Sag. 1985. Generalized Phrase Structure Grammar. Oxford: Blackwell.

Jacobs, J., A. von Stechow, W. Sternefeld, T. Vennemann. 1993. Syntax: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung/An International Handbook of Contemporary Research, 1. Halbband/Volume 1. (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft, vol. 9/1). Berlin: de Gruyter.

Kripke, S.A. 1980. Naming and Necessitiy. Cambridge. Massachusetts: Harvard University Press.

Lewis, D. 1970. General Semantics. Synthese Vol. 22, 18–67.

Link, G. 1979. Montague-Grammatik: Die logischen Grundlagen. (Kritische Information, 71). München: Fink.

Löbner, S. 1976. Einführung in die Montague-Grammatik. (Monographien Linguistik und Kommunikationswissenschaft, 27). Kronberg/Ts.: Scriptor.

Montague, Richard. 1970a. English as a Formal Language. Linguaggi nella Società e nella Tecnica, hgg. von Bruno Visentini et al., 189–224. Milano: Edizioni di Communità. Wieder in: Thomason (1974, 188–221).

Montague, Richard. 1970b. Universal Grammar. Theoria 36, 373–98. Wieder in: Thomason (1974, 222–46).

Montague, Richard. 1973. The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English. Approaches to Natural Language: Proceedings of the 1970 Stanford Workshop on Grammar and Semantics, hgg. von J. Hintikka, J. Moravcsik, P. Suppes, 221–42. Dordrecht: Reidel. Wieder in: Thomason (1974, 247–70).

Partee, B.H. (Hg.). 1976. Montague Grammar. New York: Academic Press.

Steedman, M. 1993. Categorial Grammar. In: Jacobs, von Stechow, Sternefeld, Vennemann (1993, 395–413).

Thomason, R.H. (Hg.). 1974. Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague. New Haven: Yale University Press.